

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
CONCOURS COMMUN D'ENTRÉE EN 1^{ère} ANNÉE DES ENI
SESSION 2006
SÉRIE STI - ÉPREUVE DE PHYSIQUE

NOM	PRENOM
DATE DE NAISSANCE	CODE

Ne rien écrire dans ce cadre

Note :

Durée de l'épreuve conseillée : 1 h 30
Les réponses doivent être portées directement
sur ce document

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, le soin apporté aux tracés qui sont demandés, ainsi que la clarté et la précision des explications seront appréciés lors de l'évaluation des copies.

L'usage des calculatrices N' EST PAS AUTORISÉ. Les résultats devront être correctement justifiés pour être validés !

Le sujet comporte 18 pages numérotées de 1 à 18 dont deux Annexes pages 17 et 18.

Chaque candidat choisira, soit d'étudier LES PROBLÈMES 1 et 2, soit de traiter uniquement LE PROBLÈME 3. Les réponses seront notées dans les emplacements situés à la fin de chacune des questions posées.

Les trois problèmes sont indépendants.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

PROBLÈME 1 : REDRESSEUR STATIQUE MONOPHASÉ EN PONT

Le redresseur monophasé en pont, schématisé Figure 1 de l'Annexe 1, est alimenté par la tension sinusoïdale $u_1(t) = (20\pi / \sqrt{2}) \times \sin(100\pi t)$. Les quatre diodes sont supposées parfaites.

I) ÉTUDE DE LA TENSION D'ENTRÉE $u_1(t)$ DU PONT

1) Déterminer :

1.1) l'amplitude \hat{u}_1 ;

.....

1.2) la pulsation ω ;

.....

1.3) la fréquence f et la période T ;

.....

1.4) la valeur moyenne \bar{u}_1 ;

.....

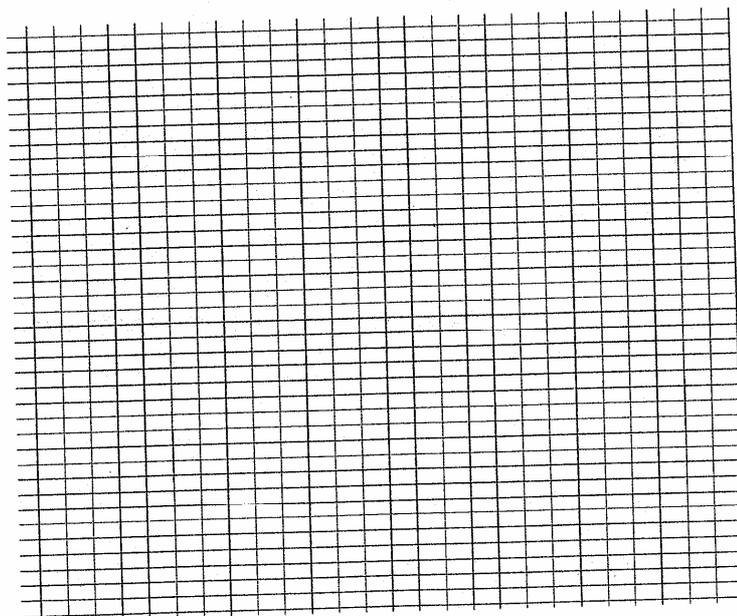
1.5) l'indication du voltmètre préalablement réglé sur AC et branché à l'entrée du pont .

.....

2) Représenter ci-après le graphe de la tension $u_1(t)$ au cours d'une période T en adoptant les échelles suivantes :

1 cm représente $(5\pi / \sqrt{2})$ volts ; 1 cm représente 2 ms

NE RIEN Ecrire DANS LA PARTIE BARREE



NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

II) ÉTUDE DE LA TENSION DE SORTIE $u_2(t)$ DU PONT

1) Indiquer, pour chacune des deux alternances du signal $u_1(t)$, l'état (passante ou bloquée) des quatre diodes du pont.
.....
.....

2) Tracer, sur le document utilisé précédemment lors du tracé de $u_1(t)$, le graphe du signal $u_2(t)$.

3) Déterminer l'indication du voltmètre préalablement réglé sur DC et branché aux bornes de la charge.
.....
.....

PROBLÈME 2 : ÉTUDE D'UN TRANSFORMATEUR RÉEL

L'étude en charge d'un transformateur abaisseur réel monophasé de faible puissance a été précédée des trois essais décrits ci-après :

NE RIEN Ecrire DANS LA PARTIE BARREE

Essai en continu au primaire : méthode voltampèremétrique :

Sous la tension $U_1 = 5 \text{ V}$, on a relevé $I_1 = 5 \text{ A}$

Essai à vide :

Sous la tension primaire nominale, on a mesuré :

- la puissance fournie au primaire $P_{10} = 9 \text{ W}$
- l'intensité du courant primaire $I_{10} = 0.1 \text{ A}$
- la tension efficace aux bornes du secondaire $U_{20} = 22 \text{ V}$

Essai en court-circuit :

Réalisé sous tension réduite, l'intensité efficace du courant qui parcourt l'enroulement secondaire est $I_{2cc} = I_{2n}$. On a mesuré :

- la puissance fournie au primaire $P_{1cc} = 11 \text{ W}$
- l'intensité du courant primaire $I_{1cc} = 1 \text{ A}$
- la tension efficace aux bornes du primaire $U_{1cc} = 22 \text{ V}$

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

La plaque signalétique de ce transformateur affiche 220 V, 20 V, 200 VA, 50 Hz.

1) Calculer l'intensité efficace nominale I_{2n} du courant de l'enroulement secondaire.

.....

2) Calculer la résistance R_1 de l'enroulement primaire.

.....

3) Proposer un schéma de montage permettant d'effectuer les mesures de l'Essai à vide.

.....
.....
.....
.....

4) Déterminer :

4.1) le rapport de transformation, m , du transformateur ;

.....

4.2) le nombre de spires N_1 du primaire lorsque le secondaire est réalisé avec $N_2 = 50$ spires ;

.....

NE RIEN Ecrire DANS LA PARTIE BARREE

4.3) les pertes par effet Joule, P_{Joule} , de l'Essai à vide ;

.....
.....
.....

4.4) les pertes fer, P_{fer} , du transformateur lorsque le primaire est alimenté par sa tension nominale. Le résultat devra être correctement justifié pour être validé !

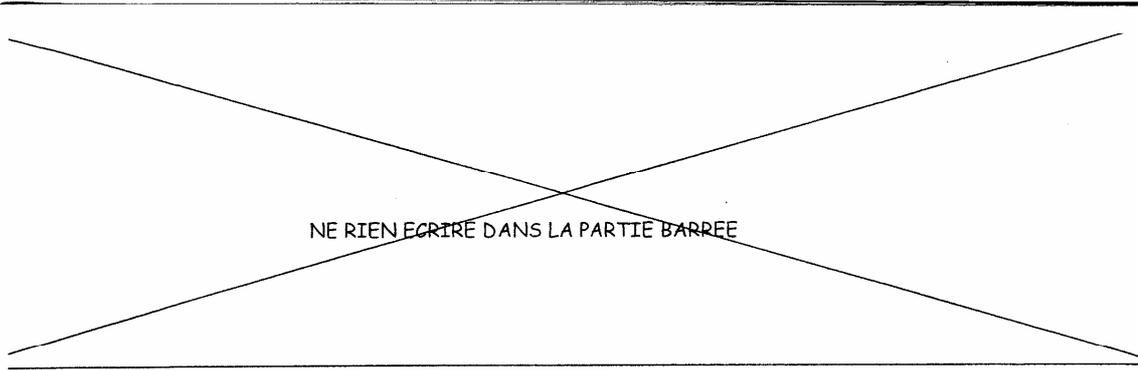
.....
.....
.....

5) Proposer un schéma de montage permettant d'effectuer les mesures de l'Essai en court-circuit.

.....
.....
.....
.....
.....

6) Justifier que l'on puisse négliger les pertes fer du transformateur devant P_{1cc} lors de l'Essai en court-circuit.

.....
.....
.....



NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

7) Déterminer :

7.1) les pertes cuivre, P_{cuivre} , du transformateur lorsque le secondaire est parcouru par son courant nominal d'intensité I_{2n} . Le résultat devra être correctement justifié pour être validé !

.....
.....
.....
.....

7.2) les pertes cuivre, $(P_{\text{cuivre}})_{\text{primaire}}$, de l'enroulement primaire lors de l'Essai en court-circuit.

.....
.....

7.3) les pertes cuivre, $(P_{\text{cuivre}})_{\text{secondaire}}$, de l'enroulement secondaire lors de l'Essai en court-circuit.

.....
.....

7.4) la résistance R_2 de l'enroulement secondaire.

.....
.....

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

Le transformateur précédent, alimenté au primaire sous sa tension nominale, débite au secondaire un courant d'intensité $I_2 = 10 \text{ A}$ dans une charge inductive de facteur de puissance $\cos(\varphi_2) = 0.8$.

8) Calculer, au moyen de la formule approchée de la chute de tension en charge $\Delta U_2 = U_{20} - U_2 = [R_S \times I_2 \times \cos(\varphi_2) + X_S \times I_2 \times \sin(\varphi_2)]$, la tension efficace U_2 aux bornes de la charge. On donne : $R_S = 0.11 \Omega$, $X_S = 0.19 \Omega$ et $\sin(\varphi_2) = 0.6$.

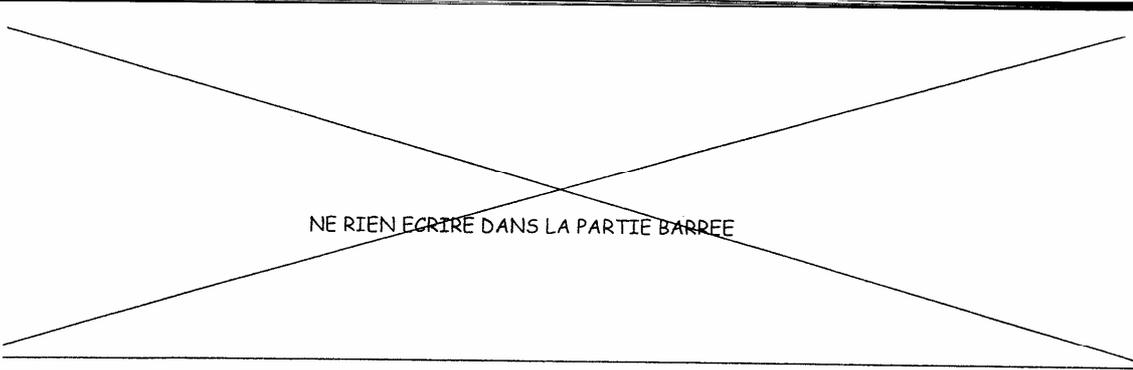
.....
.....
.....

9) Calculer la puissance active P_2 fournie par le secondaire.

.....
.....

10) Déterminer le rendement du transformateur par la méthode des pertes séparées.

.....
.....
.....



NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

**PROBLEME 3 : GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX RECTANGULAIRES
À AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS**

Le générateur considéré dans cette étude est schématisé Figure 2 de l'Annexe 1 . Il associe un intégrateur et un comparateur à hystérésis.

Complété d'un étage de puissance à transistors, ce générateur peut constituer l'alimentation d'une diode électroluminescente de haute ou très haute luminosité lors de la réalisation d'un stroboscope basse tension.

L'analyse du dispositif sera conduite au moyen du modèle de l'amplificateur opérationnel parfait. L'alimentation, non représentée sur le schéma, est bipolaire symétrique. On note $+V_{AL} = +15\text{ V}$ et $-V_{AL} = -15\text{ V}$.

Les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont notées $+V_{SAT}$ et $-V_{SAT}$.

A) ÉTUDE DE L'ÉTAGE INTÉGRATEUR

L'étage considéré dans cette partie est schématisé Figure 3 de l'Annexe 2 .

1) Préciser le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel.

.....
.....

2) Montrer que la tension u_{e1} est proportionnelle à la dérivée par rapport au temps de la tension u_{s1} .

.....
.....
.....

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

4) En régime sinusoïdal permanent, les écritures cartésiennes des tensions u_{e1} et u_{s1} sont les suivantes lorsque la tension u_{s1} est choisie comme origine des phases :

$$u_{e1}(t) = \hat{u}_{e1} \times \cos(\omega \times t + \varphi_{e1})$$

$$u_{s1}(t) = \hat{u}_{s1} \times \cos(\omega \times t)$$

4.1) Montrer que $\hat{u}_{e1} = (\omega / \omega_c) \times \hat{u}_{s1}$. Calculer ω_c lorsque $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.

.....
.....
.....
.....
.....

4.2) Déterminer la valeur de la phase φ_{e1} . En déduire le décalage horaire, noté τ , entre les tensions u_{s1} et u_{e1} lorsque la fréquence des signaux est égale à 1 kHz.

.....
.....
.....

B) ÉTUDE DE L'ÉTAGE COMPARATEUR

L'étage considéré dans cette partie est schématisé Figure 4 de l'Annexe 2 . On pose $V_0 = (R_1 / R_2) \times V_{SAT}$.

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

1) Préciser le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel. En déduire les valeurs de la tension u_{s2} permises par ce régime de fonctionnement.

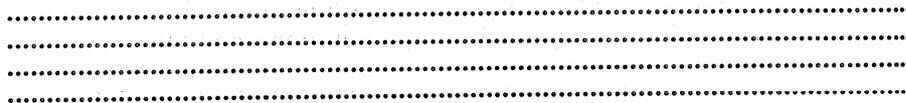
2) Exprimer la tension différentielle d'entrée ε_2 en fonction des tensions u_{e2} et u_{s2}

3) Préciser la condition vérifiée par la tension u_{e2} lorsque $u_{s2} = +V_{SAT}$

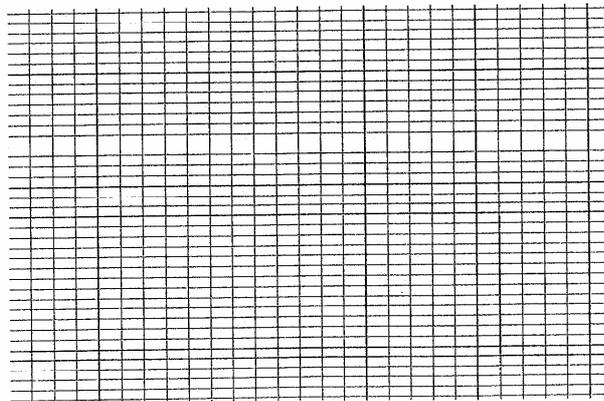
4) Préciser la condition vérifiée par la tension u_{e2} lorsque $u_{s2} = -V_{SAT}$

5) Déterminer les expressions littérales des deux seuils de basculement, notés S_b et S_h avec $S_b < S_h$, de ce comparateur. Calculer S_b et S_h lorsque $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 10\text{ k}\Omega$

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE



6) Tracer ci-dessous la caractéristique de transfert $u_{s2} = f(u_{e2})$ lorsque la tension u_{e2} varie entre $2 \times S_b$ et $2 \times S_h$.



NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

C) ÉTUDE DU GÉNÉRATEUR

Les deux étages précédents sont réunis pour constituer le générateur schématisé **Figure 2 de l'Annexe 1.**

1) Déterminer l'expression de la tension instantanée $u_{s1}(t)$ lorsque la tension $u_{e1}(t)$ est égale à $+V_{SAT}$. On donne $u_{s1}(0) = S_h$.

.....
.....
.....

2) Sachant que $u_{s1}(t_h) = -V_0$, déterminer l'expression de la durée t_h pendant laquelle la tension $u_{e1}(t)$ est égale à $+V_{SAT}$ en fonction de R, R_1, R_2 et C .

.....
.....
.....
.....

3) Déterminer, à l'aide du changement de variable $t' = t - t_h$, l'expression de la tension instantanée $u_{s1}(t')$ lorsque la tension $u_{e1}(t')$ est égale à $-V_{SAT}$. On donne $u_{s1}(0) = S_b$.

.....
.....

NE RIEN ECRIRE DANS LA PARTIE BARREE

.....
.....
.....
.....

4) Sachant que $u_{s1}(t_b) = +V_0$, déterminer l'expression de la durée t_b pendant laquelle la tension $u_{e1}(t')$ est égale à $-V_{SAT}$ en fonction de R , R_1 , R_2 et C .

.....
.....
.....
.....
.....

5) Calculer la fréquence f de la tension u_{s2} lorsque $R = 10 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.

.....
.....
.....
.....

6) Comment peut-on modifier la fréquence du signal délivré par le générateur lorsque les valeurs des résistances R_1 et R_2 sont fixées ?

.....
.....
.....

ANNEXE 1

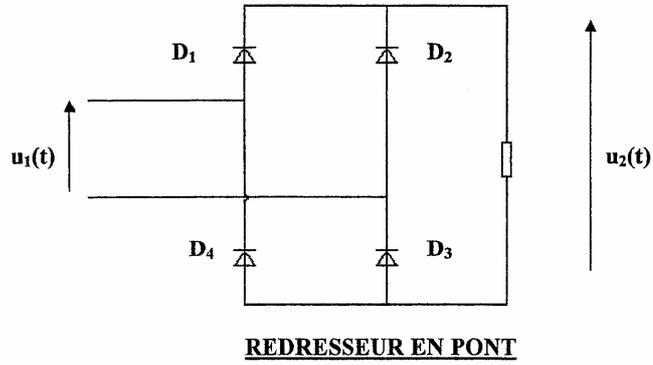
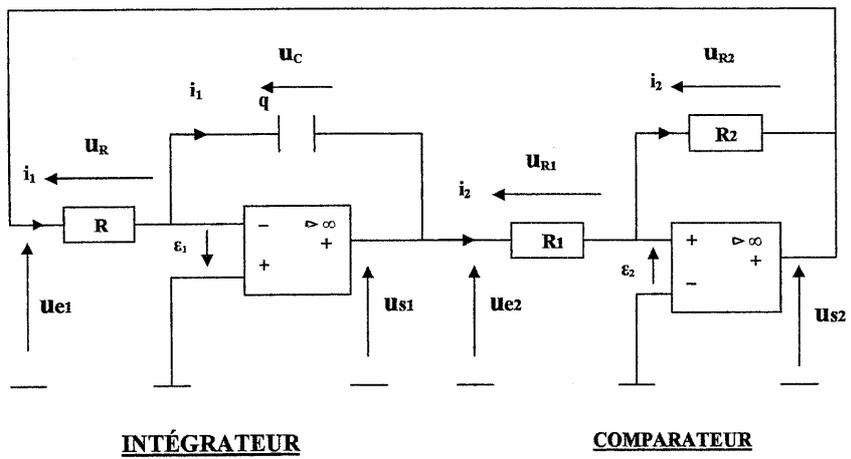


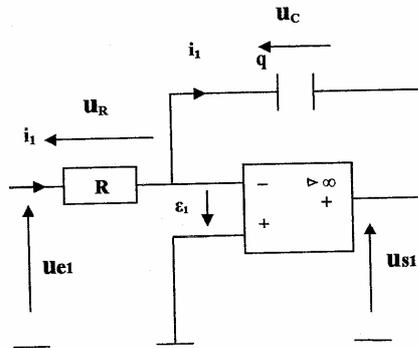
Figure 1



GÉNÉRATEUR

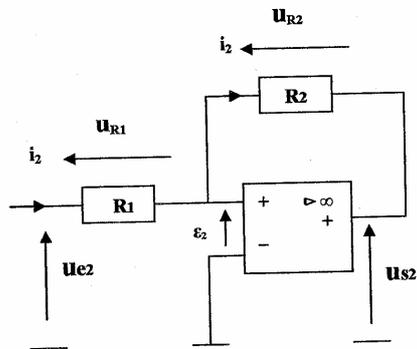
Figure 2

ANNEXE 2



INTÉGRATEUR

Figure 3



COMPARATEUR

Figure 4